

## 視覚と触覚による大きさ知覚特性の比較

### Different characteristics between visual and haptic size perception

土井 晶子<sup>1</sup>

Shoko Doi

高橋 成子<sup>2</sup>

Shigeko Takahashi

大谷 芳夫<sup>3</sup>

Yoshio Ohtani

<sup>1</sup>工芸科学研究科 造形工学専攻

Graduate School of Science and Technology

Kyoto Institute of Technology

<sup>2</sup>京都市立芸術大学 美術学部

Department of Fine Arts

Kyoto City University of Arts

<sup>3</sup>工芸科学研究科 デザイン学部門

Department of Design

Kyoto Institute of Technology

(2012年10月5日原稿受理、2012年12月14日採用決定)

#### 要約

本研究では、視覚と触覚による長さ、面積、体積の大きさ知覚の特性について、Magnitude Estimation法を用いて検討を行った。実物刺激に対する大きさ感を、触覚で評定する条件、視覚で評定する条件、及び画像刺激に対する大きさ感を視覚で評定する条件で実験を行い、各条件の評定値を刺激の物理的大きさのべき関数で近似した。その結果、長さの判断では、触覚条件でべき値1.5程度の非線形特性が得られたが、視覚条件ではほぼ線形の特性が得られた。これに対し、面積及び体積の判断では、実物刺激に対する知覚特性は触覚と視覚でほぼ同様であり、0.9～0.8のべき値が得られた。一方、画像刺激に対する知覚特性は実物刺激とは大きく異なり、面積と体積共に0.5程度のべき値を示した。面積と体積の大きさ判断について、視覚モダリティ内で実物刺激と画像刺激に対する特性が異なる原因を解明するために、実物刺激を用いて、両眼視差・線遠近手がかり・陰影の視覚的手がかりを排除した条件で実験を行った。その結果、これらの手がかりの内一つでも排除した場合のべき値は0.5～0.6程度となり、排除しない場合(0.8～0.9)に比べ小さく、むしろ画像刺激に対する特性(0.5程度)に近づくことが示された。この結果は、面積と体積の大きさ知覚には、網膜像の大きさ以外の視覚的奥行き手がかりが寄与することを示唆している。

キーワード: 視覚 触覚 大きさ知覚 認知科学

## 1. 序論

我々が身の回りに存在する様々な対象に対して働きかけ、対象を操作する能力は、その対象の大きさを適切に判断する心理的機能が重要な前提となっている。我々は、日常的な場面で手に取ることができる程度の対象に対しては、その対象を見て、対象に触れることでその大きさを判断している。通常、視覚的な大きさ感と触覚的な大きさ感は一致しており、両者の間に齟齬を感じることは稀である。このような体験からは、視覚的大きさ感と触覚的大きさ感は、刺激の物理的な大きさに関して同様の特性を示し、両者は同一の関数で記述できるように思われる。

しかし、感覚毎に個別にそのような関数を実験的に求めてみると、両者は必ずしも一致しないことが示されている。最近、著者ら<sup>1)</sup>は刺激の長さを変化させ、それに対する長さ感を数値で表現する Magnitude Estimation (ME) 法を用いた実験を視覚と触覚について行い、得られた評定値を刺激のべき関数で近似したところ、視覚的長さ感はほぼ線形の特性(べき値 1.0)を示すのに対し、触覚的長さ感はべき値が 1.6 程度の非線形な特性を示すことが明らかとなった。

また視覚に関して、Ekman<sup>2)</sup>は実物刺激の体積の大きさ感と、紙面に描かれた画像刺激の長さ、面積、体積の大きさ感を ME 法を用いて検証した。その結果、得られたべき値は、実物刺激の体積の判断と画像刺激の長さと面積の判断では約 0.9~1.1 となり、被験者評定値は刺激の物理的大きさに対して線形の特性を示したが、画像刺激の体積を判断した場合は約 0.7~0.8 となり非線形な特性を示した。この非線形な特性について Ekman<sup>3)</sup>は、画像刺激では三次元的な大きさを、体積ではなく見かけの面積によって判断していたためだと主張した。一方、触覚の大きさ知覚については、Kahrimanovic et al.<sup>4)</sup>が三次元的な特性を検証するため、被験者に同一体積の球、立方体、三角錐の3つの立体の内、2つを触らせて、どちらが大きく感じるかを答えさせる実験を行った。その結果、被験者は三角錐が最も大きく、次に立方体、そして球が最も小さいと感じており、この順番は3つの立体の表面積の大きさの順と一致した。この結果をもとに Kahrimanovic et al.<sup>4)</sup>は触覚で三次元的な大きさを判断する際には二次元の情報を手がかりとして用いていることを示唆した。

以上のように、視覚と触覚の大きさ知覚の特性は異なること、また、物理的大きさに対し線形の特性を示す場合と、非線形な特性を示す場合があることが示されてきているが、従来の研究では、それぞれ用いられた刺激が異なっており、また被験者に課せられる課題や手続きも異なっているため、視覚と触覚による大きさ知覚の特性について、明確な結論が得られていないのが現状である。このような状況認識から、本研究では、同一の刺激と課題・手続を用い、視覚と触覚による大きさ知覚の特性を組織的に測定・比較することを目的とした。また各感覚について、長さ、面積、体積に関する大きさ知覚の測定を行うことにより、大きさ知覚に関するより包括的な実験的資料を得ることも目指した。

## 2. 実験 I

ME 法に基づき、実物刺激の長さ、面積、体積の大きさを判断させる実験を、触覚(Haptic 条件)と視覚(Visual Object; VO 条件)について行った。また、視覚については、モニター上に提示された画像刺激に対して大きさを判断する実験(Visual Image; VI 条件)も行った。

### 2.1 方法

#### 2.1.1 被験者

20 代の学生 20 名(男性 19 名、女性 1 名)が実験に参加した。被験者の視力は正常であった。Haptic 及び VI 条件に 12 名、VO 条件に 8 名が参加した。また、Haptic と VI 条件の被験者はすべて右利きであった。

## 2.1.2 刺激<sup>注)</sup>

刺激は実物刺激とモニターに提示する画像刺激の2種類を用いた。図1に実物刺激と画像刺激を例示する。形状は長さまたは直径が 20mm から 100mm まで 10mm 刻みの9種類の直方体、円盤、球とした。画像刺激は実物刺激と同じ大きさの水平線、輪郭線で描かれた円、陰影のついた球を用いた。陰影は、対象上にできるもの(attached shadow)と対象によって背景上にできるもの(cast shadow)の2種のうち、attached shadow のみをつけた。基準刺激は 60mm のものとした(図1参照)。

	実物刺激	基準刺激	画像刺激
長さ	 直方体 Length : 20~100mm	Length : 60mm Modulus = 100	 水平線 Length : 20~100mm
面積	 円盤 Diameter : 20~100mm	Diameter : 60mm Modulus = 100	 輪郭線で 描いた円 Diameter : 20~100mm
体積	 球 Diameter : 20~100mm	Diameter : 60mm Modulus = 100	 陰影を 付けた球 Diameter : 20~100mm

図1: 実験に使用した刺激

## 2.1.3 装置

実験ではパソコン用コンピュータ(DELL INSPIRON 8600)とタッチパネル(ELO Touch system ET135L)を用いて刺激提示と被験者応答入力を行った。また、Haptic 条件では刺激を被験者に見せないよう自作の遮蔽ボックスを用いた。VI 条件では画像刺激提示に LCD モニター(iiyama ProLite E17025)を用いた。

## 2.1.4 手続き

実験は被験者の左右・前方及び上面を暗幕で覆った実験ブース内で行った。各試行では基準刺激に対する大きさ感を 100(modulus)とした場合の比較刺激の大きさを数値で答えさせた。各条件の刺激提示・反応方法は以下の通りである。

*Haptic 条件:* 実物刺激を被験者に見えないように遮蔽ボックス内に配置し、利き手で触らせた。被験者はまず遮蔽ボックス内左側区画に配置された基準刺激を約3秒間触った後、約3秒の間隔を置いて右側区

<sup>注)</sup>本研究は数年にわたる研究をまとめたものであるため、結果に影響しないと考えられる範囲内で各条件の刺激に変更を加えている。具体的な内容は以下の通りである。Haptic 条件では、板状刺激と円盤刺激はアクリル製のものを用い、球状刺激は木製のものを用いた。板状刺激の厚みと高さは 10mm × 30mm であり、円盤状刺激の厚さは 5mm である。VO 条件では、全て木製の刺激を用い、白色に塗装した。板状刺激の厚みと高さは 10mm × 30mm であり、円盤状刺激の厚さは 30mm である。両条件とも、刺激の長さと直径は本文に記載の値で統一した。

画に配置された比較刺激を約3秒間触り、比較刺激の大きさ感を数値で答える。刺激の触り方と大きさ判断の基準は、直方体刺激については長辺の両端を親指と人差し指ではさみその長さ感(一次元判断)を答えるよう求めた。円盤刺激は5本の指を用いて円盤の上面を取り囲むようにつまみ、その面積の大きさ感(二次元判断)を答えるよう求めた。球状刺激は手全体で包み込むように触り、体積の大きさ感(三次元判断)を答えるよう求めた。また、重さの手がかりを排除するため、判断する際には刺激に触れるだけで、持ち上げないように教示した。

*VO 条件*: 実物刺激を白いパネルの上に置き、ライトを当てて陰影をつけて提示した。刺激は被験者の目から前方約60cm、下方約26cmの位置に配置した。被験者は基準刺激を約2秒観察した後、約1秒の間隔を置いて提示された比較刺激を約2秒観察し、比較刺激の大きさ感を数値で答えた。刺激の大きさを判断する次元(一次元、二次元、三次元)は Haptic 条件と同一である。

*VI 条件*: 画像刺激をモニター上に提示し、大きさ判断を求めた。被験者は基準刺激を2秒観察した後、1秒の間隔を置いて提示された比較刺激を2秒観察し、比較刺激の大きさ感を数値で答えた。刺激の大きさを判断する次元(一次元、二次元、三次元)は Haptic 条件と同一である。

各条件につき、9種の大きさの刺激を5回ずつランダムに提示し、計45試行を行った。

## 2.2 結果と考察

Haptic、VO、VI各条件について、長さ、面積、体積の大きさ評定値の結果を図2に示す。各パネルの横軸が刺激の物理的大きさ、縦軸が全被験者の平均ME評定値である。各点に付されたエラーバーは±1SDである。実線はデータをべき関数で最小二乗法によって近似した関数を示し、点線はべき値が傾き1の直線を示す。実線の傾きが点線の傾きに近い程ME評定値は刺激の物理的な大きさに比例して変化する事を意味している。図から明らかなように、全条件ともに評定値は刺激の大きさのべき関数で極めてよく近似できている。

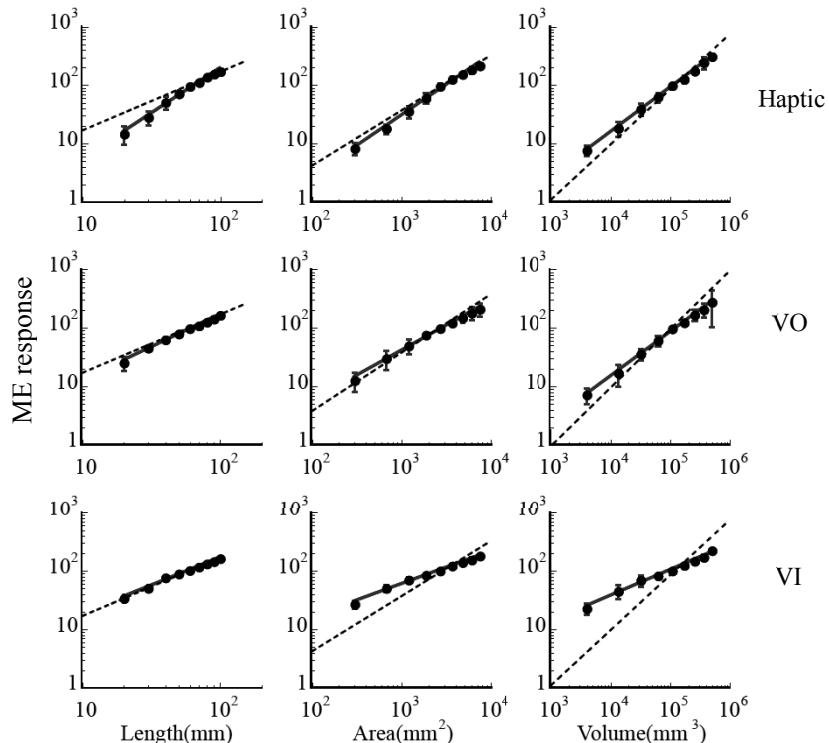


図2: 各条件における平均評定値

長さ、面積、体積の大きさ判断ごとに刺激提示条件(Haptic, VO, VI)の結果を比較すると、近似直線の傾きは Haptic 条件で最も大きく、VO 条件、VI 条件の順に小さくなっていく傾向にある。また、全ての刺激提示条件で大きさ判断の次元の増加に伴って傾きが小さくなっていく傾向が見られる。

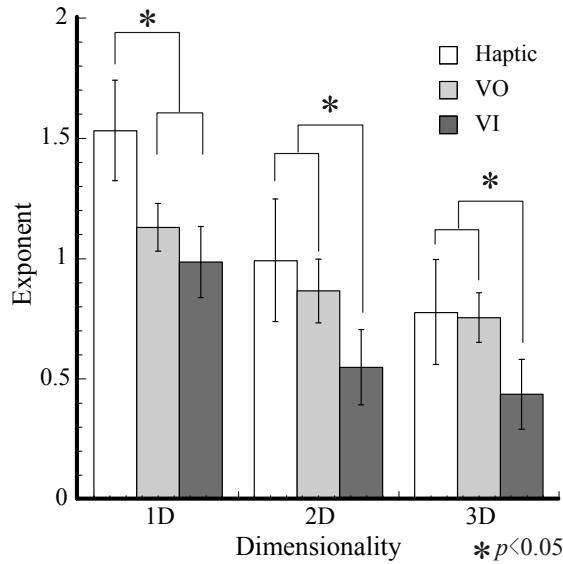


図3：各条件におけるべき値

長さ、面積、体積の大きさ判断ごとの刺激提示条件間の差異を定量的に検討するため、被験者ごとにべき関数による近似を行い、得られたべき値の平均値を求めた。図3は大きさ判断の次元ごとに各刺激提示条件の平均値を示したもので、エラーバーは±1SD を示している。この図から、Haptic, VO, VI 条件の順にべき値が小さくなると同時に、次元の増加に伴つべき値が小さくなっている、各被験者から得られたべき値の平均値でも図2と同様の傾向が得られている。

べき値に対する刺激提示条件と大きさ判断の次元の効果を統計的に検定するために2要因の分散分析を行った。その結果、刺激提示条件の主効果( $F=20.44, df=(2,29), p<0.05$ )、大きさ判断の次元の主効果( $F=160.01, df=(2,58), p<0.05$ )、刺激提示条件と大きさ判断の次元の交互作用( $F=6.24, df=(4,58), p<0.05$ )が有意となった。HSD 法による下位検定の結果、長さの判断では Haptic 条件と VO、VI 条件との間に有意差が見られた。一方、面積と体積の判断では Haptic、VO 条件と VI 条件との間に有意差が見られた(HSD=0.2026,  $p<0.05$ : 図3の\*参照)

以上の結果から、長さの判断では、Haptic 条件で VO、VI 条件よりもべき値が大きく、長さ知覚の特性は触覚と視覚で異なるといえる(Haptic>VO,VI)。一方、面積と体積の判断では Haptic、VO 条件は VI 条件よりもべき値が大きく、実物刺激の大きさ判断では視覚と触覚の特性はほぼ同様であるが、画像刺激の大きさを視覚で判断する場合は特性が大きく異なることを示している(Haptic, VO>VI)。すなわち、視覚の大きさ知覚特性が実物刺激と画像刺激で異なっており、触覚との対応関係においても異なっている。

面積と体積を判断する際に視覚モダリティ内での不一致をもたらした要因の一つとして、VO 条件では各試行間で刺激を交換する際に実験者の手が被験者から見えていたが、VI 条件では画像刺激がモニター上に提示されており実験者の手が見えなかつたことが考えられる。従って、VO 条件では手が刺激と同時に見えることによって、手の大きさが判断の手がかりとなり、大きさ知覚に影響を及ぼしていた可能性がある。この可能性について検討するために、実験者の手を見せずに視覚による実物刺激の大きさを判断さ

せる追加実験(Visual Object without hand: VO w/o-hand 条件)を行った。なお、長さの判断に関しては VO と VI 条件のべき値に有意差が無かつたため、条件間で手が見えていることによる違いはなかったといえる。よって、この追加実験では面積と体積の判断についてのみ検討を行った。

### 2.3 追加実験

被験者: 20 代の学生4名(男性2名、女性2名)が実験に参加した。

手続き: 試行間で刺激を交換する際に実験者の手が見えない様に、被験者に目を閉じるように教示した。その他の手続きは実験 I の VO 条件と同様である。

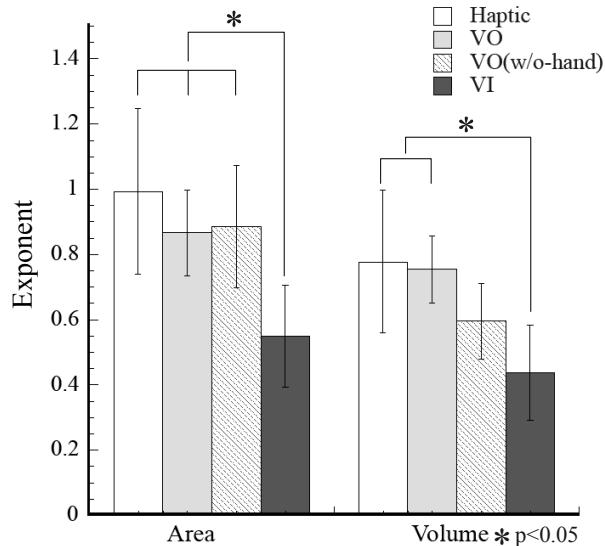


図4：追加実験の結果

図4は VO (w/o-hand) 条件の結果を実験 I の結果とともに示したものである。図から、VO (w/o-hand) 条件におけるべき値は、面積の判断では VO 条件とほぼ等しく、体積の判断では VO 条件よりやや小さい値となっている。VO (w/o-hand) 条件を加えて実験 I と同様の分散分析及び下位検定を行った結果、面積の判断では Haptic、VO、VO (w/o-hand) 条件と VI 条件の間で有意差が見られた。一方で体積の判断では、Haptic、VO 条件と VI 条件の間に有意な差が見られた。この結果は、面積と体積ともに VO (w/o-hand) 条件のべき値は VO 条件と有意に異なるものではないことを示しており、実験 I で得られた VO 条件と VI 条件の違いは、実験者の手が見えていたことによるものではないといえる。

以上の結果から、VO と VI の条件下におけるべき値の大きな差は、刺激に含まれる視覚的な情報の差異によるものだと考えられる。実物刺激と画像刺激で大きく異なる点は、立体感をもたらす視覚的手がかりの有無だといえる。立体感をもたらす視覚的手がかりとして両眼視差、線遠近手がかりや陰影(attached shadow と cast shadow)の効果などが挙げられる。これらは実物刺激には含まれているが、画像刺激には attached shadow を除いて含まれていない。実験 II では、実物刺激から上記の視覚的手がかりを組織的に排除して実験を行い、この手がかりが大きさ知覚に及ぼす影響を検証する。

### 3. 実験 II

実物刺激の大きさを判断する際に、立体感をもたらす視覚的手がかりがどの様に影響しているのかを ME 法を用いて検討した。両眼視差、線遠近手がかり、陰影(attached shadow と cast shadow)を組織的に排除した状況で刺激を提示し、その効果を調べた。

### 3.1 方法

#### 3.1.1 被験者

20代の学生16名(男性16名)が、下記に示す4条件に4名ずつ参加した。被験者の視力は正常であった。

#### 3.1.2 刺激

実験Iと同じ実物刺激を用いた。

#### 3.1.3 装置

基本的な実験装置は実験Iと同様のものを用いた。刺激提示装置としては、陰影を排除するために上下から刺激に光を当てるための照明と、線遠近手がかりを排除するために被験者の前方に刺激提示用の垂直のパネルを付け加えた。

#### 3.1.4 手続き

実験は、両眼視差排除(Without Disparity ; w/o-D)、線遠近手がかり排除(Without Perspective ; w/o-P)、陰影排除(Without Shadow ; w/o-S)、上記の要因をすべて排除(w/o-DPS)の4つの刺激提示条件について行った。w/o-D 条件では両眼視差を排除するため、被験者に眼帯を装着し利き目のみで刺激を観察させた。w/o-P 条件では、線遠近手がかりを排除するため、被験者の水平視線上に正対するように刺激を提示した。w/o-S 条件では、陰影(attached shadow と cast shadow 两者とも)を排除するため、刺激に上下から照明を当て、陰影のない状態で提示した。w/o-DPS 条件では、上記の3つの条件をすべてを併せた提示条件とし、被験者には利き目のみで、水平視線上に正対するように提示された陰影のない刺激を観察させた。

### 3.2 結果と考察

実験IIで得られた結果から、面積と体積の大きさ判断における刺激提示条件間の差異を定量的に検討するため、被験者ごとに評定値を刺激の大きさのべき関数で近似し、得られたべき値の平均値を求めた。図5、6は、w/o-D、w/o-P、w/o-S、w/o-DPS の4条件と実験Iで得られたVO、VI条件の面積と体積の判断の結果を比較したものである。

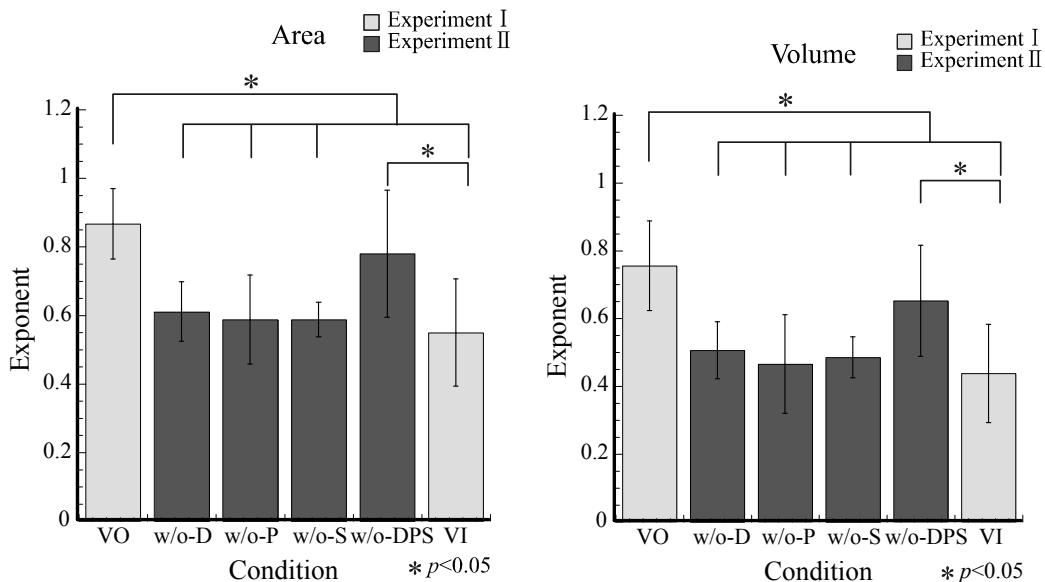


図5：実験IIの面積の大きさ判断の結果

図6：実験IIの体積の大きさ判断の結果

図5は面積の判断の結果で、w/o-D、w/o-P、w/o-S、w/o-DPS 条件すべてでべき値は VO 条件より小さく、特に w/o-D、w/o-P、w/o-S 条件のべき値は VI 条件に近い値になっている。図6は体積の判断の結果で、面積の場合と同様に、w/o-D、w/o-P、w/o-S、w/o-DPS 条件すべてで VO 条件より小さく、特に w/o-D、w/o-P、w/o-S 条件では VI 条件に近い値になっている。

べき値に対する刺激提示条件と大きさ判断の次元の効果を統計的に検定するために2要因の分散分析を行った。その結果、刺激提示条件の主効果 ( $F=14.03, df=(5,30), p<0.05$ )、大きさ判断の次元の主効果 ( $F=11.58, df=(1,30), p<0.05$ )、刺激提示条件と大きさ判断の次元の交互作用 ( $F=858.17, df=(5,30), p<0.05$ ) が有意となった。HSD 法による下位検定の結果、面積と体積の条件共に、VO 条件と w/o-D、w/o-P、w/o-S、VI 条件との間と、w/o-DPS 条件と VI 条件との間に有意差が認められた。

以上の結果から、面積と体積の大きさ判断では、w/o-D、w/o-P、w/o-S 条件で VO 条件よりもべき値が小さく VI 条件の値に近くなり、实物刺激から立体感をもたらす視覚的手がかりを排除すると、大きさ知覚の特性が変化する事を示している (VO>w/o-D, w/o-P, w/o-S, VI)。また、w/o-DPS 条件は視覚的手がかりが最も乏しい条件であるため、べき値が最小になると予測された。しかし w/o-DPS 条件のべき値は w/o-D、w/o-P、w/o-S 条件のべき値よりも小さくならなかった。このことから、3つの視覚的手がかりの効果は加算的ではないと考えられる。さらに w/o-DPS 条件のべき値は w/o-D、w/o-P、w/o-S 条件よりも大きくなっている。ここで注目すべきことは w/o-DPS 条件では、エラーバーが他の3条件よりも大きくなり、被験者間の変動が大きくなっている点である。そこで、w/o-DPS 条件に参加した被験者個々のデータを見ると、その内の1名の被験者から得たべき値が他の被験者に比べて大きく、面積では 1.04、体積では 0.82 となっていた。その被験者の結果を除いて w/o-DPS 条件の被験者3名分のべき値の平均をとると、面積では 0.69、体積では 0.60 となり、w/o-D、w/o-P、w/o-S 条件のべき値に比較的近くなる。このことから、特定の被験者の結果が w/o-DPS 条件のべき値に影響を与えていたと考えられる。

#### 4. 総合考察

本研究では、ヒトの視覚と触覚による大きさ知覚の特性を解明するため、長さ、面積、及び体積を変化させた刺激に対する大きさ知覚について、ME 法による解析と比較を行った。

実験 I 及び II の結果、長さの知覚に関しては、実験的に得られたべき関数のべき値が、触覚では約 1.5、視覚では 1 近傍の値を示すことが明らかとなった。これは、触覚による大きさ知覚の変化量は、刺激の物理的な長さの変化量よりも大きくなるという非線形特性を示すのに対し、視覚による大きさ知覚の変化量は、刺激の物理的な長さの変化量とほぼ同一で、線形の特性を示すことを意味しており、触覚と視覚では長さ知覚の特性が異なることを示すものである。

一方、面積と体積に関する大きさ知覚では、实物刺激を用いた場合、触覚と視覚のべき値はほぼ類似しており、面積に対する大きさ知覚では 1 近傍の値を、また体積に関する大きさ知覚では 0.8 程度の値を示すことが明らかとなった。これは、触覚、視覚ともに、面積に対する大きさ知覚はほぼ線形の特性を示し、体積に対する大きさ知覚の変化量は、刺激の物理的な変化量よりも小さくなるという非線形特性を示し、感覚属性間に違いは見られないことを意味するものである。ただし、視覚による大きさ知覚は、实物刺激を用いた場合と画像刺激を用いた場合では大きく異なり、後者では面積と体積ともにべき値が 0.5 程度と、強い非線形性を示すことが明らかとなった。

面積と体積に対する視覚的な大きさ知覚が、实物刺激と画像刺激で大きく異なる原因として、網膜像の大きさ以外の要因が寄与する可能性を検討するために、实物刺激を用いて、両眼視差、線遠近手がかり、陰影を排除した条件で行った実験では、これら3つの視覚的手がかりのうちいずれか1つが排除されれば、

べき値は画像刺激条件とほぼ同じレベルとなることが示された。従って、面積と体積の大きさを視覚的に評価する過程に、これら3つの手がかりが寄与していることが示唆された。一方、3つの手がかりを全て排除した条件では、1つのみを排除した場合よりもべき値は減少せず、手がかりの効果は加算的ではないことが示唆された。

以上の結果は、次のようにまとめることができる。

- ・長さの知覚に関しては触覚と視覚の特性は異なり、前者は非線形特性、後者は線形の特性を示す。
- ・面積と体積に関する大きさ知覚は、触覚と視覚でほぼ同様の特性を示すが、視覚では網膜像の大きさという手がかりに加え、両眼視差、線遠近手がかり、陰影といった三次元的な視覚的奥行き手がかりも大きさ知覚に寄与している。

長さの知覚に関する触覚と視覚の特性の違いは、異なる感覚間の大きさマッチング特性を検討した最近の研究でも確認されており(Ohtani and Takahashi, 2012)<sup>2)</sup>、通常の環境でヒトがものの長さを知覚する際には、各感覚で得られた大きさ情報の変換と調整が行われ、最終的な長さの感覚が生起することを示唆している。Ohtani and Takahashi<sup>2)</sup>は、この変換が、触覚と視覚の各処理系から共通の大きさ尺度への変換ではなく、各処理系固有のものであると主張している。一方、本研究では、面積と体積に関する大きさ知覚では、感覚間の特性の違いは得られていない。この長さと面積と体積の間の相違に関しては、一つの可能性として Ohtani and Takahashi<sup>2)</sup>が主張する変換過程が、一次元的な長さ情報に固有のものであることが考えられる。また、他の可能性として、触覚では、二指(親指と人差し指)のみを用いた長さ知覚と、五指全てを用いた面積と体積の大きさ知覚のそれぞれに対して、筋運動感覚または自己受容感覚からの寄与が異なっており、その違いが視覚特性との一致・不一致をもたらしていると考えられる。

面積と体積に対する大きさ知覚の比較では、双方に触覚と視覚はほぼ同様の特性を示すことが明らかとなった。ただし、視覚では網膜像(刺激)の大きさ以外の、両眼視差、線遠近手がかり、陰影といった手がかりが存在することが重要で、これらを排除すると視覚の特性は有意に変化し、触覚とは異なるようになることが示された。視覚的な大きさが、網膜像の大きさのみで規定されるものではないことは、大きさの恒常性に関する研究で古くから確認されており、対象までの見かけの距離や概念的大きさ(対象の大きさに関する知識)などの要因の寄与が指摘されている。一方、今回の実験では、観察距離は一定であり、(物理的距離に比例するか否かは別として)見かけの距離は全ての条件で同一と考えて良い。また、今回用いた刺激は具体物ではなくブロック状のものであるので、概念的大きさについても、次元間で差があるとは考えにくい。このように、見かけの距離、概念的大きさの影響がほぼ排除されている状況でも、両眼視差、線遠近手がかり、陰影といった視覚手がかりが大きさ知覚に影響することを明らかにしたのは本研究が初めてであり、この結果は、日常的な場面での対象物の大きさは、知覚的三次元空間が安定して成立し、対象物自体の奥行き情報も十分に利用した上で知覚されていることを示唆するものである。その意味では、多くの研究で従来行われてきたような、ディスプレイ上に提示された刺激に対する大きさ知覚の特性が、通常の視環境での特性をそのまま反映したものかどうかについては十分な検討が必要と思われる。

最後に、本研究で得られた画像刺激の結果について、興味深いと思われる点を指摘しておきたい。今回の解析では、刺激の物理的な大きさを、長さ、面積、体積で規定し、VI 条件の結果としてそれぞれ 0.98、0.55、0.44(図3参照)というべき値を得た。面積と体積は、それぞれ半径の二乗、三乗に比例するので、長さに対して線形のべき関数(べき値 1.0)を考え、それを面積と体積の関数として表現し直すと、そのべき値は 0.5 と 0.33 になり、今回得られた実測値とかなり一致する。即ち、VI 条件の結果は、画像刺激に関する限り、長さ、面積、体積に対する大きさ知覚の特性は、全て刺激の一次元的な大きさ(長さまたは直径)の線形関数で記述できることを示唆するものである。この議論は、既に述べたように、複数の視覚的手がかり

から寄与を受けている日常的環境での大きさ知覚には当てはまらないが、画像刺激を用いることが多い心理学的研究で得られた結果を解釈する際には重要な意味を持つものである。即ち、十分な視覚的手がかりがない実験状況では、二次元的な大きさや三次元的な大きさの判断を求めて、ヒトは一次元的な大きさ手がかりに基づいて反応している可能性がある。上にも述べたように、画像刺激を用いた視覚的大きさ知覚の研究では、実物刺激との違いを常に検証することが必要と考えられる。

## 5. 謝辞

本研究の一部は平成22年度に本学造形工学科に提出された綾宏宗氏の卒業論文及び、平成23年度に本学大学院造形工学専攻に提出された磯貝貞好氏の修士論文を基にしたものである。ここに記して感謝する。

---

<sup>i)</sup> Y. Ohtani, S. Takahashi, Bulletin of Kyoto Institute of Technology, 2012. (submitted).

<sup>ii)</sup> G. Ekman, Scand. J. Psychol., Vol. 2, 1-10, 1961.

<sup>iii)</sup> M. Kahrimanovic, W. Bergmann, A. M. L. Kappers, Atten., Percept. & Psychophy., 72, 517-527, 2010.

---

## SUMMARY

### Different characteristics between visual and haptic size perception

In this study, characteristics of length, area and volume perception for visual and haptic stimuli were examined by using the Magnitude Estimation method. Experiment 1 showed that size perception of length had different properties between vision and haptics. On the other hand, size perception of area and volume had a similar property for the two modalities as long as the ‘real’ objects were employed. However, when the visual ‘images’ were used, visual size perception showed markedly different properties. Experiment 2 showed that the difference between visual size perception for real objects and images may be due to the presence or absence of the visual cues of binocular disparity, perspective and shadow.

**Key words:** vision, haptics, size perception, cognitive science

